

SEMINAIRE INTERNATIONAL SUR L'UTILISATION DES PHOSPHATES NATURELS DANS LA  
NUTRITION VEGETALE ET ANIMALE

---

FERPHOS-TEBESSA - 8-10 mars 1988  
(Algérie)

---

LE PHOSPHORE DANS L'ALIMENTATION DES RUMINANTS TROPICAUX :  
RISQUES DE CARENCES, EFFET DE LA FERTILISATION DES FOURRAGES  
ET DE LA COMPLEMENTATION, POSSIBILITE D'UTILISATION  
DES PHOSPHATES NATURELS

---

NOTE BIBLIOGRAPHIQUE

---

H.GUERIN

Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux (I.E.M.V.T.)  
10, rue Pierre Curie - 94704 MAISONS-ALFORT Cedex

---



## AVANT-PROPOS

En premier lieu, je tiens à remercier la Société FERPHOS et les organisateurs de ce séminaire pour leur accueil chaleureux. Les remercier également de cette occasion qu'il nous ont donnée, de mettre à jour certaines informations disponibles en matière de nutrition minérale des ruminants tropicaux. Les problèmes liés à l'alimentation du bétail sont en effet nombreux, le phosphore est l'un de ceux-là et il faut bien avouer que s'il a occupé dans le passé une place de choix dans les activités de l'IEMVT, ce n'est plus vrai depuis quelques années.

C'est donc avec une grande humilité que je m'adresse à vous.  
Humilité à plus d'un titre :

- celui qui aurait dû vous parler aujourd'hui, le Docteur SERRES, que certains d'entre vous ont connu dans le cadre des travaux de l'IMPHOS, est tragiquement décédé le 14 Juin 1981.

- grand spécialiste de l'élevage en zone tropicale, le Docteur SERRES avait initié des travaux sur la tolérance des zébus sahéliens au fluor des phosphates naturels. Ces travaux n'ont repris que récemment, soit dix ans plus tard, sous l'impulsion de l'IMPHOS dans le cadre d'une opération de recherche menée par l'Institut Sénégalais de Recherche Agricole.

- comme je l'ai souligné aux organisateurs, je n'ai pas d'expérience personnelle en matière de comparaison de phosphates. C'est donc l'approche d'un zootechnicien généraliste que je vais vous exposer, approche qui vise à lever une contrainte nutritionnelle, en l'occurrence le phosphore, au moindre coût pour l'éleveur.

- enfin, les informations pour l'essentiel bibliographiques, que je vais vous livrer, concernent le milieu tropical et principalement l'utilisation de produits élaborés, tant pour les engrais que les compléments alimentaires. Ces résultats ne correspondent pas exactement à l'objectif du séminaire mais constituent cependant des références techniques exprimant la réponse potentielle tant du fourrage que de l'animal à un apport de phosphore assimilable. Les résultats des essais en cours, ou à venir, avec les phosphates naturels, pourront être comparés à ces références.

---

## RESUME

Quelques généralités sur l'élevage tropical africain, sa productivité et les besoins en phosphore du bétail sont rappelées. Puis sont exposées les teneurs en phosphore des fourrages et leurs facteurs de variation.

La composition du régime alimentaire des ruminants, sa teneur en phosphore notamment, est fonction de la diversité des fourrages disponibles et du comportement alimentaire propre à chaque espèce.

La fertilisation en phosphore des parcours améliorés ou des cultures fourragères augmente leur rendement, la part des légumineuses dans la composition botanique et la teneur en phosphore des fourrages.

Cependant, les possibilités d'amélioration de la qualité des fourrages et l'adaptation comportementale des animaux à leur milieu ont des limites et, dans de nombreuses situations, l'efficacité de la complémentation en phosphore du cheptel extensif ou intensif a été mise en évidence.

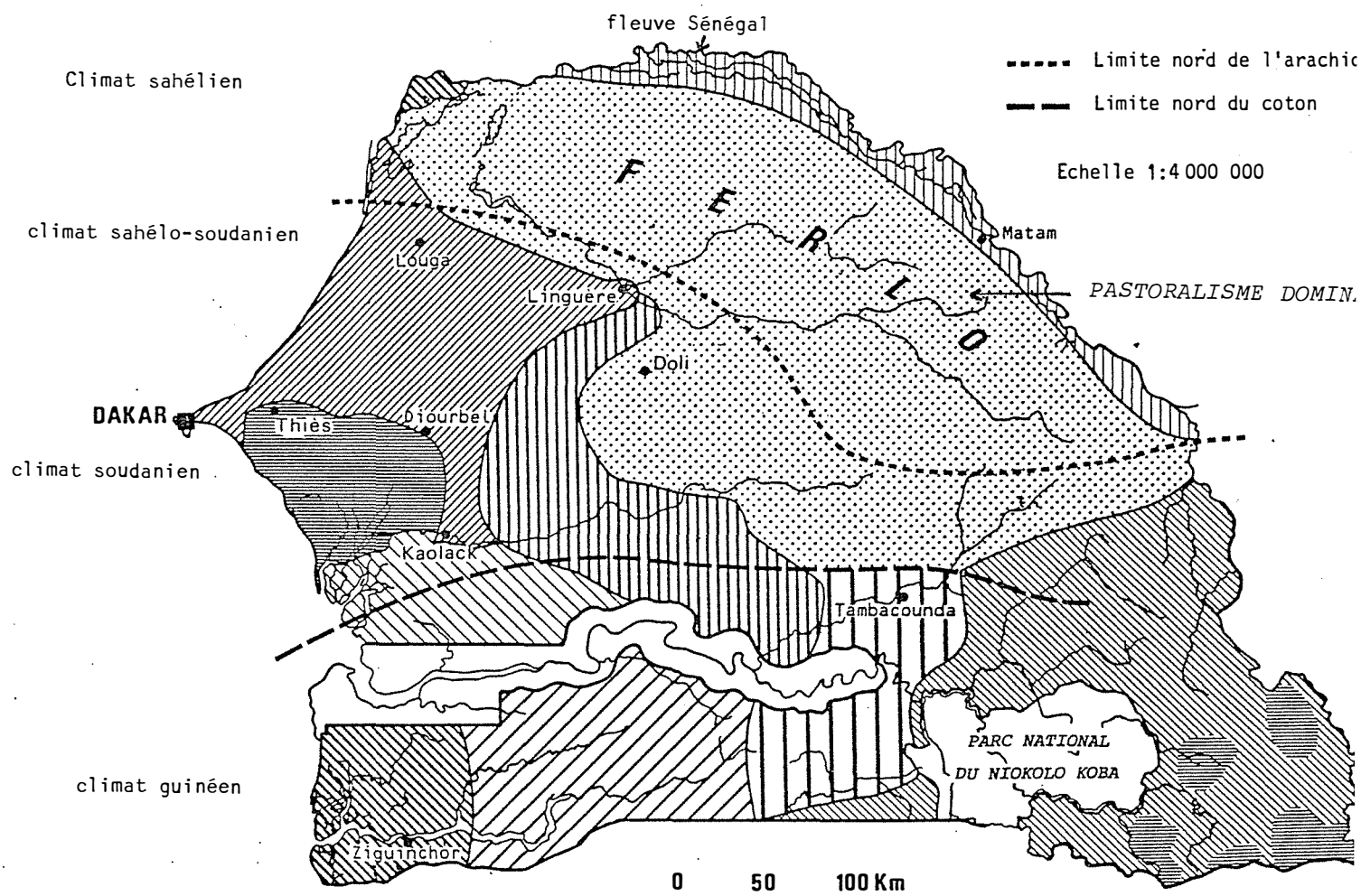
Pour la plupart des essais sur les fourrages ou les animaux, des sources de phosphore soluble ont été utilisées. Ces produits sont onéreux en particulier pour les pays producteurs de phosphates qui doivent réimporter des formes élaborées d'engrais ou de compléments minéraux. L'utilisation rationnelle des phosphates naturels pour l'alimentation du bétail est vivement souhaitable mais leur digestibilité est faible et leurs teneurs en fluor excèdent largement les teneurs habituellement admises pour les compléments minéraux. Les phosphates naturels ne peuvent donc être vulgarisés en l'état actuel des connaissances sur leur efficacité nutritionnelle et sur la tolérance des animaux tropicaux au fluor. Des essais répondant à ces deux objectifs sont nécessaires.

---











## INTRODUCTION

Quatre vingt dix pour cent des sols africains, situés au Sud du Sahara sont acides (intervention orale de M. TRUONG) et la plupart d'entre eux sont pauvres en phosphore assimilable. Les teneurs en phosphore des fourrages sont en conséquence faibles et des signes de carence du cheptel ont souvent été décrits. Une meilleure connaissance de la nutrition minérale des ruminants est donc nécessaire pour évaluer les déficits en éléments majeurs et en oligo-éléments à couvrir par la complémentation. La complémentation minérale utilise souvent des produits importés, coûteux en devises. Il faut donc s'efforcer de valoriser les ressources naturelles telles que les phosphates, en veillant cependant à contrôler leur efficacité nutritionnelle et l'absence de risque d'intoxication tant pour l'animal que pour l'homme.

Carte 1 - Principaux systèmes de cultures au Sénégal



ELEVAGE  
AGROPASTORAL

-  Agriculture de décrue en saison sèche (sorgho) + cultures sous pluie sur les bordures de la vallée
-  Agriculture traditionnelle fondée sur l'alternance souna/arachide
-  Agriculture sous pluie intensive avec petit mil/arachide/fumure animale
-  Zone d'agriculture pionnière : techniques extensives alternance mil/arachide/longues jachères
-  Agriculture sous pluie diversifiée : petit mil et arachide dominants + sorgho, maïs, coton, riz (sur la côte)
-  Agriculture sous pluie dominante avec petit mil, sorgho et coton + maïs + arachide + riziculture de bas-fond
-  Agriculture sous pluie à longues jachères avec flots intensifs sur les reliefs frontaliers
-  Agriculture sous pluie avec petit mil + sorgho + maïs + arachide et riziculture de bas-fond
-  Riziculture inondée dominante + mil et arachide sur plateaux
-  PASTORALISME DOMINANT transhumance de saison sèche vers le nord, l'ouest et le sud

(d'après PELISSIER 1980)

## L'ELEVAGE SAHELIEN ET SOUDANIEN : PRODUCTIVITE, BESOINS EN PHOSPHORE DES RUMINANTS ET SIGNES DE CARENCE

L'essentiel de l'élevage des ruminants se situe, pour l'hémisphère Nord, en zones sahélienne et soudanienne. Ces régions sont caractérisées par une saison sèche marquée durant laquelle la plus grande partie des fourrages disponibles est à l'état de paille. Une frange sahélo-soudanienne, aux contours flous, correspond grossièrement aux limites de la culture de l'arachide au Nord et du coton au Sud (carte 1). C'est également à l'intérieur de cette bande climatique que, du Nord au Sud, les graminées vivaces se substituent progressivement aux espèces herbacées annuelles.

Plus au Sud, sous climat guinéen, les productions animales sont plus limitées par des contraintes pathologiques, notamment par la trypanosomiase, que par des contraintes alimentaires.

La carte 1 illustre très schématiquement, à travers l'exemple du Sénégal, la répartition des deux principaux modes d'élevage de l'Afrique sahélienne et soudanienne :

- au Nord des systèmes pastoraux reposant principalement sur l'utilisation des parcours naturels et sur le nomadisme ou la transhumance, fonction des variations saisonnières des possibilités d'abreuvement et des ressources fourragères.

- au Sud des élevages agropastoraux plus sédentaires basés sur l'utilisation alternée des parcours naturels en saison des pluies et des parcours post-récoltes en saison sèche. Les systèmes de culture sont très variés (carte 1), la pression foncière ainsi que le rapport entre les surfaces en parcours naturels et cultivés le sont également, si bien que, dans chaque petite région, l'alimentation du bétail a des caractéristiques propres. Les problèmes et leurs solutions diffèrent donc beaucoup d'une région à l'autre avec toutefois certaines constantes ; le phosphore en est une.

Le tableau 1 récapitule quelques données sur l'élevage sahélien. Il a mobilisé l'attention générale depuis les vagues de sécheresse qui ont sévi à partir des années 1970.

La faible productivité du bétail est liée à l'irrégularité et au niveau peu élevé de la nutrition énergétique et azotée. Dans ces conditions les besoins en phosphore (tableau 2) sont moins importants que ceux du cheptel recevant une alimentation intensive, généralement compris entre 3 et 6 g de P par kg de matière sèche ingérée.

Quoique peu élevés, les besoins en phosphore sont souvent insatisfaits, de même que ceux en cuivre et surtout en zinc dans les régions sahéliennes et soudanaises. Le calcium pose moins de problèmes et les autres éléments majeurs et oligo-éléments cités dans le tableau 2 sont en quantités suffisantes dans les fourrages.

**Tableau 1** : Données relatives à l'élevage pastoral sahélien et sahélo-soudanien au Sénégal

- a) Végétation
- strate herbacée produisant 200 à 2000 kg de matière sèche par hectare et par an et dont la flore, composée d'espèces herbacées annuelles, est variable. l'herbe est verte pendant 3 mois et à l'état de paille sur pied pendant 9 mois.
  - strate ligneuse couvrant 2 à 15 p.100 de la surface et produisant toute l'année, 30 à 200 kg de matière sèche de feuilles par hectare
- b) Eau : distance entre forages de 20 à 25 km dans la partie nord du Ferlo.
- c) Population : 3 habitants par km<sup>2</sup>, la densité moyenne du Sénégal étant supérieure à 23 habitants par km<sup>2</sup>
- d) Charge en bétail : 7 à 11 ha de parcours pour 1 bovin et 2 petits ruminants
- e) Paramètres zootechniques :

Espèce Race	Zébu Gobrah	Moutons		Chèvres du Sahel
		Peul - Peul	Touabire	
Poids adulte	250 à 400 kg	30	60 kg	28 - 40 kg
Croissance en dent de scie	250 à 300 g/j jusqu'à 3-4 ans		jusqu'à 4 mois : 70 à 130 g/j de 4 à 18 mois : 25 à 60 g/j	
Age au 1er vêlage	48 mois → 45 m.			
Age à la 1ère mise-bas			11 - 16 mois	
Fécondité	67 p.100 55 p.100 → 2 à 10 p.100	80 à 140 p.100		80 - 180 p.100
Mortalité	13 p.100 → dont 80 p.100 avant 2 ans		25 - 50 p.100 avant 1 an 6 - 25 p.100 après 1 an	

↗ : amélioration permise par l'application de certaines techniques de ranching (rotation des parcours, saison de monte, soins attentifs aux veaux, etc...) (d'après revue bibliographique - GUERIN 1987)

**Tableau 2** : Limites de carence, seuils de toxicité et apports recommandés de minéraux dans les rations pour ruminants. Exemples de bovins et d'ovins à l'entretien, en croissance, en gestation et en lactation

Elements	g/kg MS				mg/kg MS				
	Ca	P	Mg	K	Cu	Zn	Mn	Fe	Co
Limites de carence	(3)*	(2)*	0,7	3,2	7	45	45		0,07
Seuils de toxicité					Bov:100 Ov : 15	500	1000		100
Recommandations (exemples)									
<b>Bovins en croissance de 200 kg PV (1)</b>			1,1	3,3	10	50	50	30	0,1
entretien	1,8	1,2							
entretien + 100 g/j de GQM (2)	2,4	1,7							
entretien + 250 g/j de GQM	3,1	2,1							
entretien + 500 g/j de GQM	4,2	2,7							
<b>Vaches reproductrices de 300 kg PV</b>			0,9	3,7	10	50	50	30	0,1
entretien	2,0	1,3							
entretien + 8 kg de lait/j	5,2	3,0							
<b>Ovins</b>			0,7	4	5 à 10	50	50	30	0,1 à 1
croissance	2,6 à 5	1,6 à 2,7							
gestation	3,5	2,5							
lactation	2,5 à 6	2 à 3							
Références	INRA (1978)		RIVIERE (1978)		UNDERWOOD (1981)				

(1) poids vif  
(2) gain quotidien moyen

\* besoins à couvrir pour une production minimale nécessaire à la survie du troupeau : croissance  $\approx$  200 g/j ou 4-5 l de lait/jour dans le cas des bovins



Il a été clairement montré que le phosphore constituait en zone tropicale un facteur limitant de la productivité du cheptel, au même titre que l'azote ; il est d'ailleurs souvent difficile de faire la part du rôle néfaste joué par ces deux contraintes.

Les effets zootechniques de faibles apports en phosphore sont bien connus : troubles du squelette (rachitisme, ostéomalacie), baisse de la fertilité, accroissement des risques de fièvre vitulaire chez la vache laitière forte productrice ; mais aussi, diminution de l'activité cellulolytique de la flore microbienne du rumen entraînant un ralentissement de la digestion et donc, une diminution des quantités ingérées (PLAYNE, 1969) et du niveau de production. Enfin, on observe chez certains sujets atteints d'aphosphorose, une dépravation du goût, le pica, conduisant les animaux à consommer des débris de cadavres (os, peau...) parfois infestés de *Clostridium botulinum*, germe responsable du botulisme. L'affection associant alors aphosphorose et botulisme dans les régions carencées en phosphore a souvent été décrite, notamment par CALVET et al (1966) :

"L'atteinte toxémique revêt plusieurs formes. L'évolution la plus fréquente, d'une durée de 6 à 12 jours, se termine par la mort de l'animal. Elle se signale d'abord par une irrégularité de l'allure, une raideur de la démarche ; le malade reste en queue du troupeau et finit par s'abattre sous un ombrage. La paralysie prend alors une allure ascendante pour atteindre les muscles du pharynx, de la bouche et de langue. La préhension des aliments et des boissons devient rapidement impossible. De la salive s'écoule des commissures des lèvres. La langue pend parfois, inerte, hors de la bouche la tête devient branlante puis se fléchit en position d'auto-auscultation. L'animal épuisé, succombe rapidement.

Dans d'autres cas, l'atteinte semble se circonscrire aux membres. Le zébu reste couché au sol mais continue à s'alimenter. Au bout de plusieurs semaines de decubitus, des rémissions peuvent se produire et l'animal très amaigri rejoint le troupeau".

L'alimentation du bétail en zone tropicale repose presque exclusivement sur l'utilisation de fourrages. Quelle est leur aptitude à couvrir les besoins en phosphore et quelles sont les possibilités d'amélioration qualitative de ces fourrages ?

**Tableau 3 : Teneurs moyennes en Phosphore (g/kg MS) de fourrages naturels sahéliens et soudaniens - Comparaison avec quelques fourrages de zone tempérée ou méditerranéens**

	SAISON DES PLUIES 3 à 5 mois	SAISON SECHE 7 à 9 mois
<b>FOURRAGES HERBACES</b>		
. graminées annuelles	1,8 → 1,3	0,4 - 0,2 (pailles sur pied)
. graminées vivaces (1er cycle)	"	"
. graminées vivaces (repousses)	3 à 0,4 en fonction de l'âge des repousses : $P=2,16 - 0,0126t \pm 0,63$ avec $t = \text{âge des repousses en janv.}$	1 - 2 (plante entière)
. légumineuses annuelles	3 → 1,3	0,5-0,7 (pailles sur pied sans feuilles)
. prairie naturelle de ZONE TEMPEREE	4 → 2,5 (en vert en fonction du stade)	1,5-2,5 (foin de plaine)
. légumineuse MEDITERRANEENNE	6 → 4 (1er cycle vert)	2,5-3,5 (foin de montagne)
. pailles de céréales (blé,orge...)		2,3-1,9 (foin)
		1,0
<b>FOURRAGES LIGNEUX</b>		
. feuilles		2 - 3 pour jeunes feuilles 0,5 - 1,8 pour feuilles âgées
. fleurs, fruits, gousses		9-11 jeunes feuilles d'arbustes méditerranéens (3) 1,3 - 3,5

(1) INRA 1978

(2) CIHEAM 1981

(3) CIHEAM 1983

**Tableau 4 : Teneurs en matières azotées totales et en phosphore (MAT et P en g/kg MS) d'une graminée hydrophile vivace, *Echinochloa stagnina* ("bourgou"), en fonction de la période, de l'organe et du stade de développement et d'une légumineuse annuelle, *Crotalaria podocarpa*, au stade fructification (octobre-novembre) en fonction de l'organe**

	Effectif	MAT (g/kg MS)	P (g/kg MS)
<b>ECHINOCHLOA STAGNINA</b>			
Août : jeunes repousses	1	186	3,5
Octobre : repousses de l'année	2	61	1,1 - 2,2
Novembre :			
. partie aérienne	4	50 à 117	1,3 à 2,1
. au stade floraison-fructification			
. Tiges submergées	3	38 à 63	0,8 à 1,8
Saison sèche (février-mai)			
. Tiges aériennes	3	20 à 25	0,3 à 0,7
. Repousses feuillues	5	80 à 156	0,8 à 4,4
<b>CROTALARIA PODOCARPA</b>			
Plante entière	1	153	2,7
Feuilles	1	208	4,2
Tiges fines (< 5mm)	1	121	3,1
Gousses	1	161	2,8

## TENEURS EN PHOSPHORE DES FOURRAGES TROPICAUX

### Fourrages naturels

#### . Comparaison avec les fourrages tempérés et méditerranéens

Les valeurs portées dans le tableau 3 montrent que les fourrages naturels tropicaux ont des teneurs en P nettement inférieures à celles des fourrages méditerranéens ou tempérés. L'essentiel du disponible fourrager des régions d'élevage à longue saison sèche, constitué de pailles pendant la plus grande partie de l'année, peut être comparé pour ce critère aux pailles de céréales tempérées ou méditerranéennes.

. Facteurs de variation de la teneur en phosphore des fourrages naturels : famille botanique, sol, âge, stade, organe

Les graminées annuelles ou le premier cycle des graminées vivaces ont les teneurs en P les plus faibles : sur sols steppiques (Mémento de l'Agronome, 1984), elles sont toujours inférieures à 2g/kg MS (besoin d'entretien) même en début de saison des pluies. Elles sont un peu plus élevées à cette saison sur sols ferrugineux (2,0 - 2,5g/kg MS) ou hydromorphes (2,5 - 3,0 g/kg MS), mais 96, 82 et 52 p. 100 respectivement des échantillons collectés sur ces sols en saison des pluies ou pendant la première partie de la saison sèche, ont des teneurs en P inférieures à celles nécessaires à l'entretien (IEMVT - 1987).

Les graminées vivaces lorsqu'elles produisent des repousses après le pâturage ou le feu ont des teneurs en P plus élevées pouvant atteindre 3 à 4 g/kg MS s'il s'agit de jeunes feuilles. Outre les facteurs climatiques et édaphiques, l'âge est la principale cause de variation de la qualité des repousses (relation du tableau 3).

Les dicotylédones herbacées ou ligneuses ont des teneurs moyennes en P légèrement supérieures à celles de graminées mais leur composition minérale moyenne ne correspond cependant qu'à des niveaux de production très faibles. Toutefois l'examen détaillé des organes d'une espèce montre, pour les graminées comme pour les dicotylédones (tableau 4), qu'une même plante peut fournir à une période donnée des fourrages de qualités très différentes. La satisfaction (partielle) des besoins des animaux exploitant les parcours repose sur cette hétérogénéité interspécifique et intraplante.

. relations entre le comportement alimentaire des ruminants et la teneur en phosphore des fourrages effectivement ingérés (figure 1).

La composition botanique des parcours sahéliens peut beaucoup varier d'une année à l'autre. Bien que la composition botanique du régime des ruminants dépende étroitement de celle du parcours, elle est très différente de celle-ci (exemple de la figure 1) : le régime des bovins, moins aptes au tri que les petits ruminants, est plus proche de la composition du fourrage moyen disponible que le régime des ovins. Celui des caprins est très sélectif et comprend des taux élevés de fourrages ligneux.

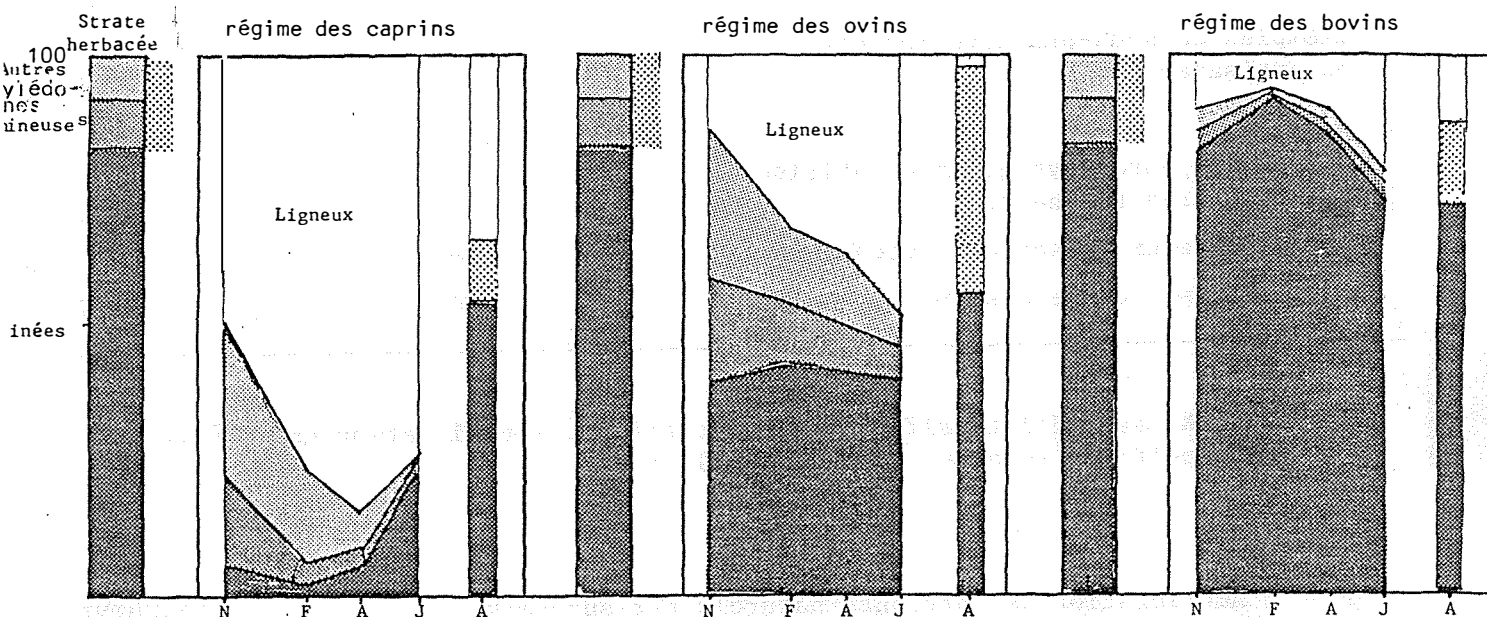


**Figure 1 :** Composition botanique d'un parcours sahélien et du régime des caprins, des ovins et des bovins qui l'exploitent : conséquences pour la teneur en phosphore des fourrages ingérés en saison sèche.

**Strate herbacée :**

- 83 p.100 de graminées dont la teneur en P est de 0,2 à 0,4 g/kg MS  
 9 p.100 de légumineuses " " 0,5 à 2 g/kg MS  
 8 p.100 d'autres dicotylédones " " 1,2 à 3 g/kg MS

**Strate ligneuse :** 35 sujets de plus de 150 cm de hauteur par hectare dont la teneur en P est de 1,3 à 2,7 g/kg MS



Teneur en P de la paille de saison sèche : 0,2 à 0,5 g/kg MS

Teneur en P (minimum et maximum en fonction des espèces et des organes disponibles)

du régime des ruminants :

- caprins : 1,3 à 2,7 g/kg MS
- ovins : 0,8 à 1,2 g/kg MS
- bovins : 0,4 à 0,8 g/kg MS (d'après GUERIN et al 1988)

**Tableau 5 :** Comparaison entre les teneurs en matières azotées totales et en phosphore (MAT et P en g/kg MS) du fourrage disponible sur les pâturages et du régime des zébus lors de la transhumance de 1978 des troupeaux de Diafarabé (Delta du Niger)

	Juillet	Septembre
Quantité de fourrage disponible en tonnes de MS/ha	1,4 T	0,8 T
Quantité de fourrage exploitée en tonnes de MS/ha	0,2 T	0,4 T
Taux d'exploitation en p.100	14 p.100	50 p.100
Teneur moyenne en MAT du fourrage herbacé disponible	30 g/kg MS	90 g/kg MS
Teneur en MAT du fourrage consommé	120 g/kg MS	150 g/kg MS
Teneur en P du fourrage disponible	0,7 g/kg MS	-
Teneur en P du fourrage consommé	1,9 g/kg MS	-

(d'après BREMAN et al 1978)

Tableau 6 - Teneurs moyennes en phosphore et calcium (g/kg MS) de quelques sous-produits agro-industriels

	Phosphore g/kg MS	Calcium g/kg MS
Exemples de résidus de récolte		
. pailles de mil, sorgho, maïs	0,3 à 0,5	
. fanes de légumineuses :		
- niébé	2 à 5	10 à 15
- arachide	1,5	10
Exemples de sous-produits industriels ou artisanaux		
. sons (phosphore phytique bien utilisé par les ruminants)	12 à 15	0,7 à 1,5
. tourteaux (arachide, coton)	6-7	1,7 à 3,5
. mélasse (canne à sucre)	0,7	7

Tableau 7 - Niveaux d'intensification caractérisant l'utilisation des fourrages cultivés (d'après ROBERGE 1988)

Niveau

1	Amélioration des parcours naturels par sursemis	LEGUMINEUSES
2	Cultures fourragères <i>sensu stricto</i>	GRAMINEES ET LEGUMINEUSES
	. travail de sol léger	
	. semis ou bouturage	
	. pas de fertilisation	
3	Niveau 2 + mécanisation et fertilisation	
	2 et 3 sont pratiqués dans les ranches de zone humide (n x 10 hectares) ou dans les exploitations de polyculture élevage (n x 1000 m <sup>2</sup> )	
4	Irrigation et fertilisation optimales Production de 15 à 30 tonnes de MS/ha/an soit 10 fois plus que la production des parcours naturels sahéliens et soudaniens et 3 fois plus que les savanes guinéennes	GRAMINEES

Les teneurs en phosphore des fourrages effectivement ingérés, sont en conséquence nettement plus élevées que celle de la paille. La différence entre les teneurs en P du fourrage disponible et du fourrage consommé dans l'exemple relatif à des zébus maliens (tableau 5) est plus élevée. Dans ce cas, le taux d'exploitation du fourrage n'a été que de 14 p.100. Les conséquences du tri alimentaire sont cependant moins importantes pour le phosphore que pour les matières azotées.

### Sous-produits agro-industriels

Le tableau 6 rend également compte de l'hétérogénéité des teneurs en P des fourrages disponibles sur les parcours post-récolte ou de celles des sous-produits de l'artisanat et de l'agro-industrie. La teneur en P de la ration des herbivores peut donc varier dans de fortes proportions en fonction du taux d'incorporation de chacun d'eux.

### Fourrages cultivés

Les cultures fourragères peuvent correspondre à différents niveaux d'intensification sommairement décrits dans le tableau 7.

L'amélioration des parcours naturels (niveau 1), techniquement possible dans de nombreuses situations, nécessite préalablement la maîtrise du "foncier" par les utilisateurs habituels des parcours, ce qui est rarement le cas.

Les cultures fourragères en sec (niveaux 2 et 3) ont surtout été pratiquées en ranches dans les régions recevant un minimum de 900 mm de pluies. Cependant, dans des régions plus sèches, les besoins nouveaux liés à l'intégration de l'agriculture et de l'élevage dans un contexte foncier difficile favorisent le développement de la culture d'espèces plus adaptées aux régions semi-arides (400 mm) comme le niébé (*Vigna unguiculata*) ou d'autres légumineuses. Ces cultures sont cependant pratiquées à petite échelle (n x 1000 m<sup>2</sup>) et sont destinées à des animaux "cibles" (jeunes veaux, vaches laitières, moutons destinés aux fêtes etc...)

La production intensive de fourrage par l'irrigation et la fertilisation est assez bien maîtrisée sur le plan technique. Elle permet de multiplier par 2 ou 3 la production fourragère en zone humide (1500 mm), par 10 en zone semi-aride (300-500 mm). Ces fourrages sont produits dans le cadre du développement de noyaux laitiers intensifs périurbains ou de stations d'embouche bovine herbagère. La rentabilité de ces opérations est souvent compromise par le coût de l'eau et des engrais. Les rations faisant appel aux sous-produits agro-industriels disponibles dans le pays se sont parfois révélées plus économiques pour ce type d'élevage.

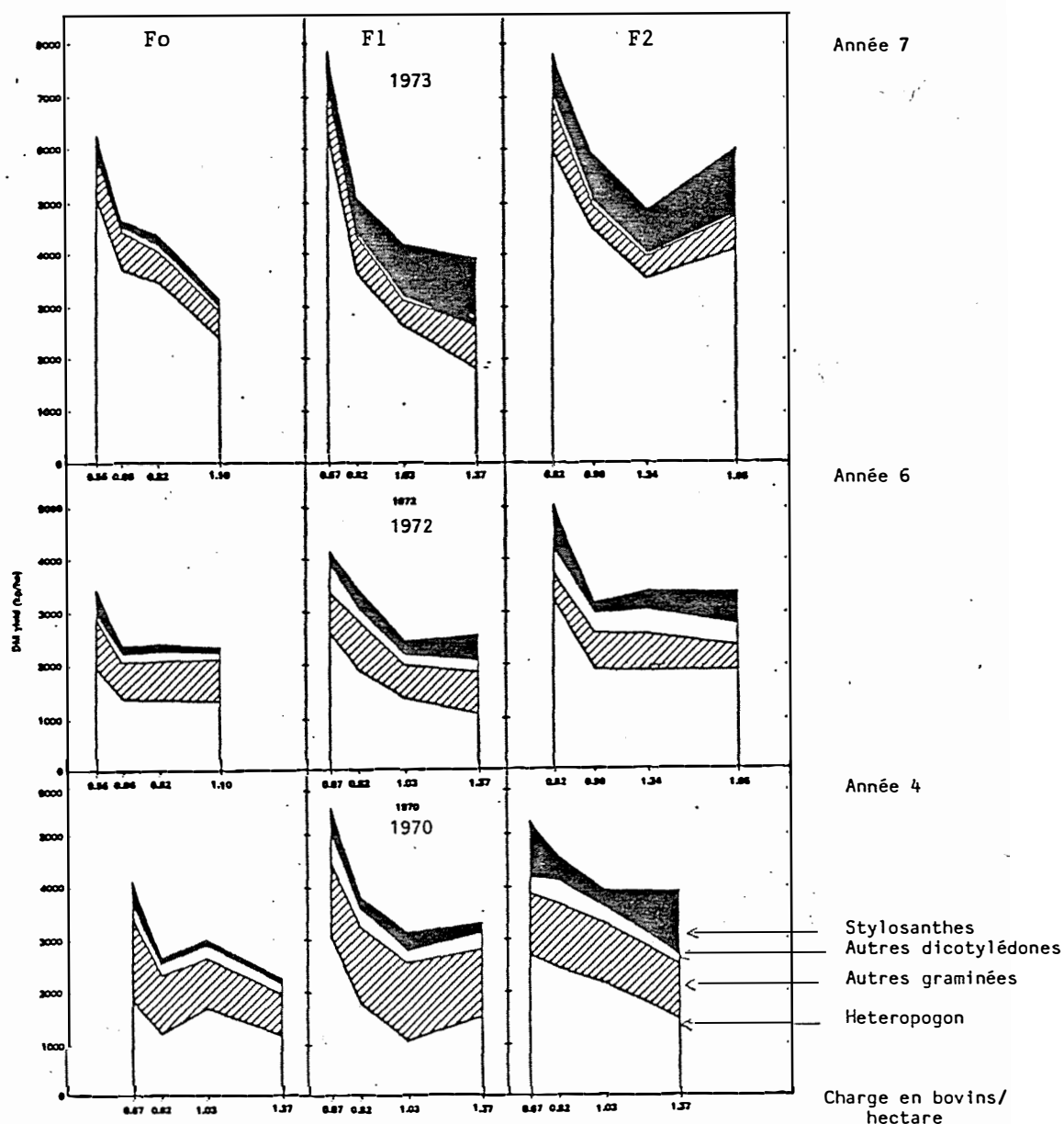
**Figure 2** : Effets de la fertilisation par du superphosphate d'un parcours à base d'*Heteropogon contortus* (graminée) enrichi par sursemis de *Stylosanthes humilis* (légumineuse) : flore, capacité de charge, composition des fourrages, production animale (d'après SHAW 1979a et 1979b)

**Matériel et méthodes :**

- 900 mm de pluies par an
- sol d'origine granitique
- teneur en P du sol : 6 ppm (solubilité dans H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - 0,01N)
- 24 traitements (charge + fertilisation) sur 24 parcelles couvrant 131 hectares
- fertilisation :
  - Fo : pas de fertilisation
  - F1 : 125 kg superphosphate par an (22 p.100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 10 p.100 S, Mo)
  - F2 : 500 kg superphosphate en année 1 "
    - 250 kg superphosphate par an
    - charge de 0,55 à 1,65 génisses en croissance par hectare

**Principaux résultats :**

. Biomasse disponible en kg MS/ha



- . Teneur en P (g/kg MS) des fourrages en juin 1973 (année 7)
  - graminées
  - légumineuses
- . Gains quotidiens moyens (en g/j) des génisses

	Fo	F1	F2
Teneur en P (g/kg MS) des fourrages en juin 1973 (année 7)			
- graminées	0,5	1,2	1,3
- légumineuses	0,9	1,5	1,6
Gains quotidiens moyens (en g/j) des génisses	270 à 470 G/j (diminution lorsque la charge excède 1,1 bovin/hectare)	370 à 710 g/j Charge pouvant être supérieure à 1,65 bovin/hectare en	



Les trois exemples exposés ci-dessous correspondent à ces divers niveaux d'intensification et visent à montrer l'effet de la fertilisation en P sur la production et sur la qualité des fourrages :

. Parcours naturel amélioré par sursemis de légumineuses (figure 2 - d'après SHAW 1979 a et b).

L'exemple présenté montre l'effet bénéfique à long terme d'un apport modéré mais régulier de phosphore sur :

- la composition botanique du parcours qui comprend, en année 7, 5 p.100 de légumineuses dans les parcelles témoins et 20 à 30 p.100 dans les parcelles fertilisées.

- l'accroissement de la productivité globale d'herbe qui est de 15 p.100 à partir de l'année 4 dans les parcelles recevant le niveau de fertilisation F1 et de 30 p.100 dans celles recevant le niveau F2. L'augmentation du rendement concerne également les graminées qui bénéficient de l'apport de P et de la fixation de N par les légumineuses.

- la charge. Une charge supérieure à 1,1 bovin/hectare dans les parcelles témoins entraîne une diminution critique de la disponibilité en fourrages et une diminution des performances, alors que les parcelles F1 et F2 peuvent supporter 1,37 et 1,65 bovins par hectare respectivement, sans qu'il y ait une détérioration des gains quotidiens moyens par tête.

Il faut cependant rappeler que cette expérimentation très démonstrative repose sur l'utilisation d'engrais phosphatés solubles. Un essai du même type a été conduit par SEKLANI (1981) sur une période plus courte et a produit des résultats encourageants.

Compte tenu du triple enjeu écologique, social et économique que représentent la sauvegarde ou mieux, l'amélioration des écosystèmes pastoraux, l'intensification des productions animales et l'utilisation directe des phosphates naturels, il semble urgent de disposer de résultats comparables pour l'Afrique au Nord et au Sud du Sahara, en s'intéressant dans un premier temps aux sols aptes à solubiliser les phosphates naturels (acides, teneurs en matière organique et humidité suffisantes - TRUONG 1988).

. Culture pluviale de légumineuses fourragères (tableau 8 - d'après MESSAGER 1984)

L'implantation de cultures fourragères, dans les ranches ou en milieu agropastoral villageois nécessite un investissement important en temps de travail, semences etc... Le développement significatif de ce type de production, non traditionnel en Afrique tropicale, exige que la production assure une nette amélioration du bilan fourrager tant sur le

Tableau 9 - Productivité et teneur en Phosphore de *Panicum maximum* K 187B irrigué et fertilisé en zone sahélienne (ROBERGE et al 1980-1983 - ISRA - Sénégal - Ndiaye 1983)

Matériel et méthodes

- *Panicum maximum* K 187B
- irrigation (d'appoint en saison des pluies) : 4 à 5 mm/jour
- fertilisation après chaque coupe :
  - 75 N - sulfate d'ammonium (21 p.100 N)
  - 75 P205 - supertriple (45 p.100 P205)
  - 150 K20 - sulfate de potasse (50 p.100 K20)
- 6 à 8 coupes par an

Quelques résultats :

	Age des repousses			Remarques
	25 jours	40 jours	55 jours	
1. <u>Rendement (T.MS/ha)</u>				
. saison sèche fraîche	1,1	1,3	2,4	Productivité 30 à 45 kg MS/ha/
. saison sèche chaude	1,3	3,1	3,7	)
. saison des pluies chaude	2,4	3,1	5,4	) 70 à 100 kg MS ) /ha/j
2. <u>Teneur en P (g/kg MS)</u>				
. saison sèche fraîche	5,2	7,6	3,5	Les valeurs assez faibles mesurées
. saison sèche chaude	3,6		2,9	25 jours peuvent correspondre à 1'
. saison des pluies	4,3	3,8	3,1	poration de chaum du cycle précédent dans le fourrage
3. <u>Exportation de P (kg/ha)</u>				
. saison sèche fraîche			8,4	)
. saison sèche chaude			10,7	) pour 33 kg ) apportés
. saison des pluies			16,7	)

plan quantitatif que qualitatif. L'essai présenté au tableau 8 montre les gains de production et de qualité obtenus par un apport de P soluble au niveau de cultures de *Stylosanthes*.

Sur sols moyennement pourvus en P, la fertilisation a permis un accroissement de la production de 7 à 16 p.100 ; sur sols pauvres l'amélioration des rendements, comprise entre 12 et 27 p.100, a été plus nette et la teneur en P des fourrages a augmenté de 60 à 90 p.100. Pour ces sols, les exportations qui ont doublé par rapport aux parcelles témoins ont atteint le niveau de la fertilisation.

Ces résultats ont été obtenus dans un essai à court terme avec des engrais solubles (et coûteux). Il serait très utile, comme pour l'exemple précédent, de remettre en place ce type d'expérimentation sur une période plus longue en faisant cette fois appel à des phosphates naturels.

. Culture intensive de *Panicum maximum* irrigué (tableau 9 - ROBERGE et al 1980-1983 - NDIAYE 1983)

Les essais menés sur le *Panicum maximum* irrigué dans la région du Cap Vert au Sénégal visaient à obtenir la production maximale de fourrage par hectare et par mètre cube d'eau. La maintenance du réseau d'irrigation et le prix de revient de l'eau sont en effet les principaux postes de dépenses.

La fertilisation était en conséquence apportée en excès pour optimiser l'utilisation de l'eau : c'est ainsi que ROBERGE et al (1980-1983) ont montré que le doublement de la fertilisation azotée (150 N par coupe) permet, avec la même irrigation, de doubler la production de matière sèche.

La fertilisation en P est, dans ces conditions, largement excédentaire puisque seulement 25 à 50 p.100 du P apporté est exporté par le fourrage fauché. La teneur en P du *Panicum* ainsi produit est, aux stades jeunes (25 jours de repousse), le double de celle mesurée sur des graminées naturelles récoltées sur les mêmes sols et satisfait des besoins de production assez élevés (tableau 2). Lorsque le fourrage vieillit (40-55 jours), on observe cependant une dilution de P dans la matière sèche totale (SALETTE 1982), dilution d'autant plus importante que la croissance est rapide, en saison des pluies ou en saison sèche chaude notamment.

Les sols sur lesquels ont été menés ces essais semblent remplir les conditions d'utilisation des phosphates naturels. De nouveaux essais ayant pour objectif le choix d'une fertilisation économique pourraient y être menés ou le sont actuellement (?).

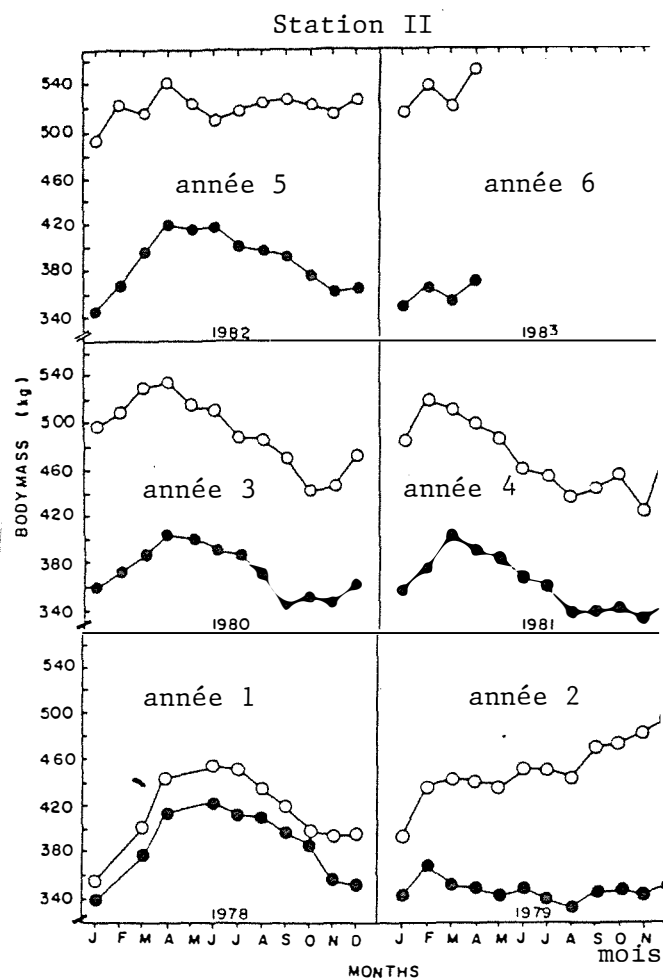
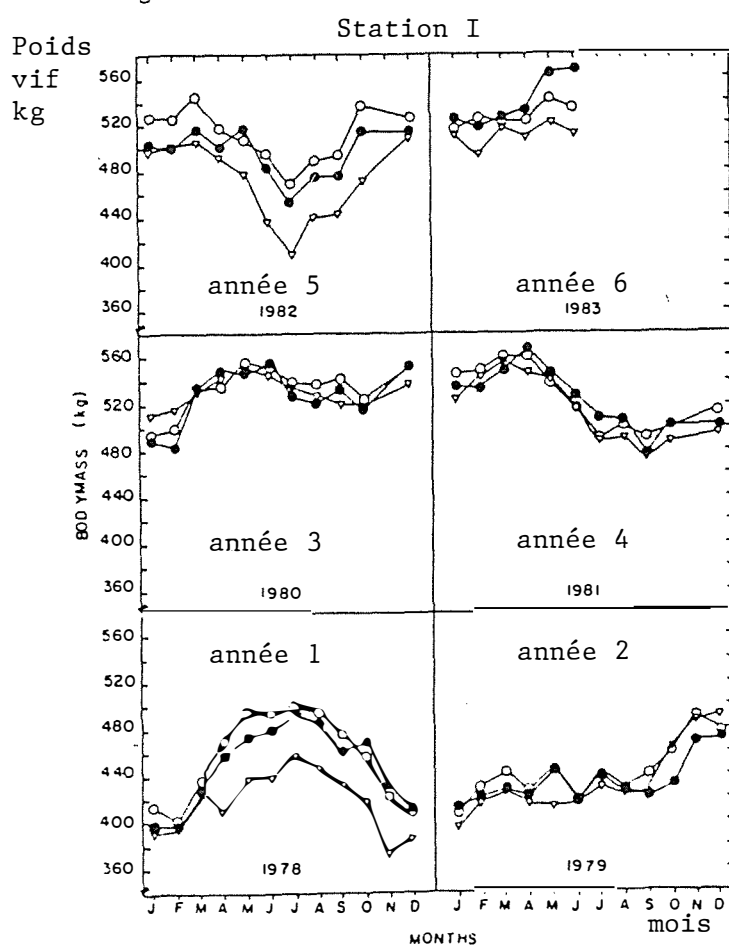
**Figure 3** - Poids vif des vaches reproductrices recevant (+P,○) ou non (-P,●) une complémentation en phosphore sur deux parcours naturels se distinguant par la teneur en P de leurs sols (d'après READ et ENGELS 1986)

### Matériel et méthodes

- sols : station I : 1 à 2 ppm ; station II : 0,0 à 0,5 ppm (technique non précisée)
- 18 à 24 génisses gestantes par lot conservées pendant 6 ans
- charge : 7ha/bovin
- lot-P : témoin
- lot P : complémentation par pierre à lécher à base de phosphate bicalcique
- pesées mensuelles, analyses des fourrages et estimation indirecte des quantités ingérées

### Quelques résultats

- les teneurs en P du fourrage "moyen" sont peu différentes :  
station I : 0,6 à 1,6 g/kg MS ; station II : 0,3 à 1,5 g/kg MS
- les quantités d'énergie et d'azote ingérées par les lots témoins (P-) sont plus élevées dans la station I
- la complémentation n'a pas d'effet sur l'ingestion des animaux de la station I mais entraîne une augmentation de 50 p.100 des quantités ingérées dans la station II



## RESULTATS D'ESSAIS DE COMPLEMENTATION DE BOVINS ET D'OVINS

Les fourrages cultivés malgré leur intérêt technique, notamment lorsqu'ils sont utilisés en amélioration des parcours naturels, représentent encore une très faible part de la production fourragère tropicale. Dans la plupart des situations, l'amélioration de la nutrition des ruminants passe par la complémentation directe des animaux.

Une carence en phosphore peut être suspectée au vu des teneurs en P des sols, des fourrages ou des sérums prélevés dans le cadre d'enquêtes sérologiques sans qu'une pathologie spécifique soit observée. Le troupeau peut alors se trouver en état de subcarence, affectant sa productivité numérique et pondérale. Dans d'autres situations, plus rares, des signes de carence sont observés sur les animaux. Dans les deux cas, il faut mesurer les effets zootechniques de la complémentation pour en déterminer la rentabilité.

Complémentation de bovins exploitant deux parcours dont les fourrages ont des teneurs en phosphore peu élevées et faiblement différentes (figure 3)

Les auteurs (READ et ENGELS 1986) ont testé les effets d'une complémentation par du phosphate bicalcique de génisses mises à la reproduction et suivies pendant 6 années de leur carrière.

Les expérimentations se sont déroulées dans deux stations I et II se distinguant par la teneur en P de leurs sols (moyennement pauvres I et très pauvres II (1) ) mais dont les fourrages ont des compositions peu différentes.

La figure 3 permet de comparer l'évolution pondérale des animaux complémentés (+ P) et de ceux qui ne le sont pas (- P). Les résultats sont différents dans les deux stations : dans la station I on n'observe pas d'effet de la complémentation, ce qui indique que, malgré une teneur en P du "fourrage moyen" inférieure au besoin d'entretien, les animaux non seulement ne sont pas carencés en P mais ont un comportement pondéral non limité par la nutrition minérale (Ca et P tout au moins). Dans la station II, au contraire, les écarts de poids entre les deux lots sont de 10 kg (2 p.100 du poids vif) dès la première année et atteignent 100 kg (20 p.100 du poids vif) après 6 ans.

La carence manifeste des animaux non complémentés de la station II est confirmée et expliquée par l'examen des témoins biochimiques comme la teneur en cendres et en P des os (tableau 10) ou la teneur en P du plasma (tableau 11). Les écarts entre les deux lots se creusent au fil des années et sont plus importants lors des périodes de mobilisation intense des réserves osseuses, pendant la lactation notamment.

L'intérêt technico-économique de la complémentation peut être mesuré au niveau des paramètres de production (mortalité, fécondité, poids des veaux au sevrage, etc...) synthétisés à l'aide du calcul du poids total de veaux sevrés (tableau 12) : en première année, les génisses des lots -P et +P disposent des mêmes réserves de départ en P et les performances sont

---

(1) Techniques de dosage et normes non précisées



Tableau 10-Teneurs en cendres, phosphore, calcium, magnésium des cotes des bovins complémentés (P+) ou non (P-) à la station II suivant l'année ou l'état physiologique des animaux (après READ et ENGELS 1986)

Physiological status	Treatment	Mineral content (mg/cm <sup>3</sup> )			Ca:P ratio	Ash (%)	SG
		P	Ca	Mg			
Late pregnancy	- P	183,4 <sup>a</sup>	388,4 <sup>a</sup>	6,6 <sup>a</sup>	2,12	66,6 <sup>a</sup>	1,80 <sup>a</sup>
	+ P	171,5 <sup>a</sup>	375,6 <sup>a</sup>	6,7 <sup>a</sup>	2,19	65,8 <sup>a</sup>	1,78 <sup>a</sup>
Lactation	- P	159,7 <sup>a</sup>	320,9 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	2,00	63,3 <sup>a</sup>	1,65 <sup>a</sup>
	+ P	157,2 <sup>a</sup>	313,8 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>	2,00	62,2 <sup>a</sup>	1,66 <sup>a</sup>
Late pregnancy	- P	133,9 <sup>a</sup>	226,8 <sup>a</sup>	4,7 <sup>a</sup>	1,69	59,6 <sup>a</sup>	1,44 <sup>a</sup>
	+ P	135,7 <sup>a</sup>	245,6 <sup>a</sup>	4,9 <sup>a</sup>	1,81	56,6 <sup>a</sup>	1,46 <sup>a</sup>
Lactation	- P	109,5 <sup>a</sup>	231,6 <sup>a</sup>	3,2 <sup>a</sup>	2,11	55,7 <sup>a</sup>	1,48 <sup>a</sup>
	+ P	136,1 <sup>b</sup>	288,8 <sup>b</sup>	4,2 <sup>a</sup>	2,12	60,1 <sup>b</sup>	1,60 <sup>b</sup>
Late pregnancy	- P	107,6 <sup>a</sup>	223,2 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>	2,07	55,5 <sup>a</sup>	1,46 <sup>a</sup>
	+ P	146,7 <sup>b</sup>	293,1 <sup>b</sup>	6,2 <sup>b</sup>	2,00	61,2 <sup>b</sup>	1,63 <sup>b</sup>
Lactation	- P	98,2 <sup>a</sup>	214,4 <sup>a</sup>	2,7 <sup>a</sup>	2,18	54,6 <sup>a</sup>	1,38 <sup>a</sup>
	+ P	142,7 <sup>b</sup>	304,3 <sup>b</sup>	5,6 <sup>b</sup>	2,13	59,5 <sup>b</sup>	1,59 <sup>b</sup>
Late pregnancy	- P	120,7 <sup>a</sup>	283,5 <sup>a</sup>	2,1 <sup>a</sup>	2,35	59,6 <sup>a</sup>	1,51 <sup>a</sup>
	+ P	142,0 <sup>a</sup>	308,1 <sup>a</sup>	4,0 <sup>a</sup>	2,17	59,4 <sup>a</sup>	1,59 <sup>a</sup>
Late pregnancy	- P	101,1 <sup>a</sup>	223,8 <sup>a</sup>	5,7 <sup>a</sup>	2,21	50,3 <sup>a</sup>	1,45 <sup>a</sup>
	+ P	132,7 <sup>b</sup>	275,4 <sup>b</sup>	6,8 <sup>a</sup>	2,08	57,8 <sup>b</sup>	1,59 <sup>b</sup>
Lactation	- P	98,6 <sup>a</sup>	151,7 <sup>a</sup>	3,0 <sup>a</sup>	1,54	53,1 <sup>a</sup>	1,41 <sup>a</sup>
	+ P	134,6 <sup>b</sup>	225,8 <sup>b</sup>	5,4 <sup>b</sup>	1,90	57,4 <sup>a</sup>	1,56 <sup>b</sup>

Differences between treatments tested within individual periods and years; treatments with same superscripts do not differ significantly ( $P < 0,05$ ).

Tableau 11-Teneurs en phosphore, calcium, magnésium du plasma des bovins complémentés (P+) ou non (P-) à la station II suivant l'année ou l'état physiologique des animaux (d'après READ et ENGELS 1986)

Year	Physiological status	Treatment	Mineral concentration (mg/100 ml plasma) (		
			P <sub>i</sub>	Ca	Mg
1978	Late pregnancy	- P	5,88 <sup>a</sup>	8,08 <sup>a</sup>	2,22 <sup>a</sup>
		+ P	5,48 <sup>a</sup>	7,83 <sup>a</sup>	2,28 <sup>a</sup>
1979	Lactation	- P	3,38 <sup>a</sup>	9,15 <sup>a</sup>	2,38 <sup>a</sup>
		+ P	3,81 <sup>a</sup>	9,01 <sup>a</sup>	2,28 <sup>a</sup>
	Late pregnancy	- P	4,83 <sup>a</sup>	7,63 <sup>a</sup>	2,12 <sup>a</sup>
		+ P	5,02 <sup>a</sup>	9,06 <sup>b</sup>	2,35 <sup>a</sup>
1980	Lactation	- P	1,96 <sup>a</sup>	8,94 <sup>a</sup>	2,18 <sup>a</sup>
		+ P	4,87 <sup>b</sup>	8,20 <sup>a</sup>	2,41 <sup>b</sup>
	Late pregnancy	- P	1,62 <sup>a</sup>	9,24 <sup>a</sup>	1,90 <sup>a</sup>
		+ P	6,33 <sup>b</sup>	7,97 <sup>a</sup>	2,42 <sup>b</sup>
1981	Lactation	- P	2,04 <sup>a</sup>	10,11 <sup>a</sup>	2,03 <sup>a</sup>
		+ P	6,94 <sup>b</sup>	8,67 <sup>b</sup>	2,55 <sup>b</sup>
	Late pregnancy	- P	3,59 <sup>a</sup>	9,47 <sup>a</sup>	2,00 <sup>a</sup>
		+ P	5,17 <sup>a</sup>	7,96 <sup>a</sup>	2,39 <sup>a</sup>
1982	Lactation	- P	1,45 <sup>a</sup>	12,02 <sup>a</sup>	2,71 <sup>a</sup>
		+ P	3,82 <sup>b</sup>	10,71 <sup>a</sup>	2,74 <sup>a</sup>
	Late pregnancy	- P	2,01 <sup>a</sup>	10,58 <sup>a</sup>	2,30 <sup>a</sup>
		+ P	5,40 <sup>b</sup>	9,18 <sup>b</sup>	2,49 <sup>a</sup>
1983	Lactation	- P	1,25 <sup>a</sup>	10,13 <sup>a</sup>	2,15 <sup>a</sup>
		+ P	4,37 <sup>b</sup>	8,54 <sup>a</sup>	2,70 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup>Differences between treatments tested within individual periods and years; treatments with same superscripts do not differ significantly ( $P < 0,05$ )

(1) normes : 3.8 à 7.2 mg/100 ml

Tableau 12- Conséquences de la complémentation par du phosphate bicalcique sur la productivité du troupeau naisseur de la station II (d'après READ et ENGELS 1986)

Traitement	saison de vêlage				
	1978/79	1979/80	1980/81	1981/82	1982/83
e de veaux sevrés (vaches présentes)	-P	19(24)	6(24)	11(22)	4(19)
	+P	17(24)	17(24)	18(21)	12(21)
moyen des veaux vragé (kg)	-P	168	205	186	168
	+P	192	242	245	243
total de veaux s (kg)	-P	3192	1230	2046	672
	+P	3264	4114	4410	2916

Tableau 13 - Effet d'une supplémentation par du phosphate bicalcique ou du phosphate alumino-calco-ferrique (de Thiès-Sénégal ; Polyphos) sur les pertes de poids de zébus sahéliens en saison sèche (février à juin) (d'après CALVET et al 1972 et 1976 - ISRA - Sénégal)

Matériel et méthodes :

- 25 troupeaux comptant 1450 bovins de 140 à 300 kg de poids vif
- complémentation :
  - . phosphate bicalcique (18 p.100 de P, solubilité de P à l'acide citrique proche de 90 p.100, digestibilité de P estimée à 60 p.100) représentant un apport de P de 5 à 8 g/j
  - . phosphate alumino-calco-ferrique de Thiès (15 p.100 de P, solubilité de P à l'acide citrique inférieure à 20 p.100, digestibilité de P inférieure à 20 p.100 ; 16 à 19 p.100 de Al ; 7 p.100 de Ca ; 6 p.100 de Fe - AFTAA 1967 ; RIVIERE 1978) représentant un apport de P de 5 à 8g/j.

Quelques résultats :

- teneurs en phosphore du sérum des bovins (normale 50 à 90 mg/l)

mg/l	Temoin	Bicalcique		Polyphos	
		Pierres à lécher	Granulés	Pierres à lécher	Granulés
Février	32	-	-	-	-
Avril	29	← 51 →		← 51 →	
Juin	52	← 90 →		45	68

- pertes de poids des zébus de février à juin

	Témoïn	Bicalcique		Polyphos	
		Pierres à lécher	Granulés	Pierres à lécher	Granulés
kg/animal	-32	0	-8	-30	-11



peu différentes ; par contre, en année 5, les vaches non complémentées sont en état de carence prononcée et la productivité globale du lot non complé-  
menté (-P) est inférieure de 40 p.100 à celle du lot +P, en tenant compte  
il est vrai des réformes et des mortalités au niveau des reproductions.

Il ressort également de cet essai que la seule analyse des  
fourrages aurait conduit à préconiser une complémentation dans les deux  
stations alors qu'elle n'est efficace que dans la station II.

Effet d'une complémentation en phosphore sur la perte de poids de zébus  
sahéliens en saison sèche (tableau 13)

Les bovins sahéliens perdent généralement 10 à 15 p.100 de leur  
poids durant la pleine saison sèche (février à mai) ; ils en perdent encore  
à l'arrivée des premières pluies mais ces pertes correspondent pour une gran-  
de part à la détérioration du stock de paille par l'humidité et au changement  
de régime lié à l'apparition d'un nouveau cycle de végétation.

Les auteurs ont testé l'effet de diverses sources de phosphore sur  
le comportement pondéral des zébus de février à mai, période au cours de  
laquelle l'aphosphorose et le botulisme ont fréquemment été diagnostiqués  
(CALVET et al - 1965).

La complémentation par du phosphate bicalcique annulé : pratiquement  
la perte de poids. Le Polyphos, moins soluble n'a un effet (peu différent  
de celui du bicalcique) que lorsqu'il est distribué en granulés. Les écarts  
entre les lots "pierre à lécher" et les lots "granulés" peuvent probablement  
être attribués à des différences de consommation mais ce paramètre n'a pu  
être mesuré.

Les résultats montrent que l'évolution pondérale des zébus sahéliens  
en saison sèche peut être améliorée par une complémentation en phosphore,  
même de qualité moyenne. Des résultats permettent une comparaison entre  
les phosphates naturels et les phosphates solubles seront prochainement  
disponibles au niveau de l'ISRA. Cette expérimentation montre également  
qu'une interprétation rigoureuse des différences enregistrées entre les  
sources de phosphore nécessite un contrôle rigoureux de la consommation du  
complément minéral, contrôle souvent difficile chez l'éleveur.

Effet d'un apport de phosphore en excès (par rapport aux recommandations)  
sur le comportement pondéral du zébu de 3-4 ans recevant une ration d'em-  
bouche (tableau 14 - CALVET et al 1972)

Les recommandations pour la formulation de rations intensives de  
croissance ou d'engraissement sont établies pour des animaux ayant reçu  
auparavant une alimentation équilibrée et dont les réserves corporelles  
sont optimales.

**Tableau 15-** Estimation des quantités de phosphore ingéré par des zébus en croissance sur parcours sahéliens et du déficit à couvrir par la complémentation

1. Exemple de mâles de 200 kg non complémentés consommant 5 kg MS/jour

		GMQ g/j	Besoin théorique en P g/j	Apports du fourrage	Déficit théorique
Saison des pluies	4 mois	500	14	1,2x5 = 6	8
Début saison sèche	4 mois	200	10	0,4 à 0,8x5=2 à 4	6 à 8
Fin saison sèche	4 mois	0	6	0,2 à 0,4x5=1 à 2	4 à 5

2. Exemple de mâles de 200 kg recevant en saison sèche 500g de tourteau d'arachide ( soit 3g de P) et 50g de complément minéral ( soit 6g de P)

	GMQ g/j	Besoin théorique en P g/j	Apports Fourrage	Complément	Déficit théorique
Saison des pluies 4 mois	500	14	6	-	8
Début saison sèche 4 mois	300	12	2 à 4	9	0 à 1
Fin saison sèche 4 mois	300	12	1 à 2	9	1 à 2

(ISRA/IEMVT /SODESP - 1980 - 1983 - Sénégal)

**Tableau 14-** Effet d'un apport excédentaire de phosphore (par rapport aux recommandations) dans la ration de zébus sahéliens en provenance de parcours naturels et engraisés avec des sous-produits agro-industriels (d'après CALVET et al 1972)

**Matériel et méthodes :**

- zébus mâles de 3-5 ans de 250 kg de poids vif
- rations à base de coques d'arachide, mélasse, maïs, urée permettant des gains quotidiens moyens de 500 à 750 g/j et apportant 14 à 21g de P par jour
- besoins théoriques en P = 14 à 17g/jour
- complémentation :
  - . lot témoin : rations de base
  - . lot bicalcique : ration de base + 6,2g P (digestibilité : 60 p.100)
  - . lot "polyphos" : " " + 8,1g P (digestibilité : 20 p.100)
  - . lot phosphate disodique " + 8,6g P (digestibilité 70-80 p.100)
- durée de l'essai : 17 semaines

**Quelques résultats :**

1. Gains de poids

	Témoin	Bicalcique	Polyphos	Disodique
n	5	5	4	4
GMQ	403	763	720	656
g/j	a*	b	ab	ab

\* les résultats suivis de la même lettre ne sont pas significativement différents entre eux ( $\alpha = 0,05$ )

2. Teneurs en phosphore du sérum des bovins (normale 50 à 90 mg/l)

	Témoin	Bicalcique	Polyphos	Disodique
P mg/l	78	86	80	80

Les auteurs ont cherché à vérifier si ces recommandations sont suffisantes pour des animaux dont les réserves corporelles sont faibles (FRIOT et CALVET 1971) et qui sont destinées à un engraissement intensif.

Les résultats montrent que les zébus ayant reçu un excès théorique de P sous forme bicalcique ont un gain quotidien moyen (GQM) nettement supérieur à celui du lot témoin.

Les écarts entre les GQM du lot témoin et des lots ayant reçu du Polyphos ou du phosphate disodique, quoique non significatifs, sont compris entre 250 et 300g par jour. Les auteurs soulignent l'hétérogénéité des résultats à l'intérieur des lots. Il est probable qu'avec des effectifs plus importants (10 animaux au moins par lot) les différences entre le lot témoin et les lots complémentés auraient été significatives dans tous les cas.

Les teneurs en P des sérums sont normales et proches pour tous les lots, ce qui montre une fois encore que les témoins biochimiques sont utiles pour détecter les carences mais ne sont pas assez sensibles pour mettre en évidence les états de subcarence limitant les performances.

### Calcul du déficit saisonnier en P des rations ingérées sur parcours et de la complémentation

L'aphosphorose et le botulisme ont le plus souvent été constatés en fin de saison sèche, période au cours de laquelle les animaux sont le plus affectés par de longs mois de sous-nutrition énergétique, azotée, minérale et par l'accroissement de la température ambiante.

C'est donc habituellement à cette saison qu'est distribuée la complémentation minérale.

Cependant, il s'avère que l'amélioration des performances permise par la distribution de compléments azotés (tourteau d'arachide, graine de coton..) entraîne un accroissement des besoins annuels en P. Le déficit de saison des pluies (deuxième exemple du tableau 15) peut alors également donner lieu à des manifestations de carences (Pica, boiterie) observées par exemple en novembre, soit en fin de saison des pluies.

Sans que l'intérêt de cette pratique n'ait encore été vérifié expérimentalement, il semble nécessaire d'associer à une complémentation azotée de saison sèche, une complémentation minérale permanente ou tout au moins répartie sur l'ensemble de l'année. Il est souhaitable de vérifier cette hypothèse le plus rapidement possible, car la technique actuellement vulgarisée en zones sahélienne et soudanienne consiste à regrouper en saison sèche l'ensemble de la complémentation minérale et azotée.

Tableau 16- Performances de reproduction et de croissance de moutons  
à la station II (d'après READ et al 1986)

Measurement	Treat- ment	Lambing season				
		1979	1980	1981	1982	1983
Conception rate (%)	- P	80,0	95,5	85,7	80,0	87,5
	+ P	73,1	87,0	81,0	100,0	78,6
Lambing percentage <sup>a</sup>	- P	80,0	100,0	90,5	95,0	87,5
	+ P	73,1	91,3	90,5	106,3	92,9
Weaning percentage <sup>b</sup>	- P	80,0	95,5	66,7	90,0	81,3
	+ P	73,1	87,0	85,7	88,2	92,9
Birth mass (kg)	- P	4,43	4,88	4,19	4,50	4,79
	+ P	4,68	4,88	4,58	4,97	4,46
Weaning mass <sup>c</sup> (kg)	- P	20,5	21,3	15,3	20,9	26,1
	+ P	21,8	24,0	18,0	26,1	25,5
ADG <sup>d</sup> (g)	- P	161	164	110	163	213
	+ P	171	191	131	211	210

<sup>a</sup>Defined as (lambs born/ewes mated) × 100

<sup>b</sup>Defined as (lambs weaned/ewes mated) × 100

<sup>c</sup>Corrected for 100 days of age

<sup>d</sup>Average daily gain from birth to weaning

# Complémentation des ovins de l'élevage extensif (tableau 16 - READ et ENGELS 1986)

Cinquante brebis reproductrices ont été entretenues sur le même parcours que les bovins pour lesquels la complémentation s'est avérée efficace (station II - Figure 3). Quoique les témoins biochimiques (teneurs en P des os et du plasma) et les poids vifs des brebis non complémentées (de 10 p.100 inférieurs à ceux du lot +P) indiquent des signes de carence sur les moutons non complémentés (-P), les productivités des deux lots (-P et +P) caractérisés par la prolificité des femelles et le poids des agneaux sevrés ne sont pas différentes.

Les auteurs expliquent les différences de comportement entre les bovins et les ovins par les différences de régimes (cf ci-dessus) et par la plus grande possibilité qu'ont les petits ruminants de reconstituer leurs réserves entre deux lactations. Enfin, READ et ENGELS (1986) émettent l'hypothèse que les moutons retiennent plus efficacement le phosphore que les bovins.

Un autre essai (PLAYNE 1969) a montré que les quantités ingérées par des moutons recevant du *Stylosanthes* contenant 0,8 g de P/kg MS sont augmentées de 15 p.100 lorsqu'on leur distribue un complément minéral contenant du phosphore mais la complémentation reste sans effet sur les quantités ingérées d'une graminée ayant la même teneur en P mais carencée par ailleurs en soufre.

En conclusion, les résultats obtenus lors des essais de complémentation des moutons sont moins nets et parfois contradictoires avec ceux enregistrés sur les bovins. Les ovins sont en effet plus aptes, grâce à leur tri alimentaire plus intense, à se constituer une ration "non carencée" et semblent mieux supporter, du fait de leur cycle de reproduction plus bref, un état d'aphosphorose temporaire.

Tableau 18-Tolérance de zébus sahéliens à l'ingestion de phosphates naturels riches en fluor  
(d'après SERRES et BERTAUDIERE 1979 - IMPHOS - IEMVT)

Matériel et méthodes

- 60 zébus mâles de race arabe du Tchad âgés de 2 ans
- phosphate naturel du Togo : 12 p.100 de P de digestibilité inférieure à 50 p.100 ; 3,5 p.100 de fluor soit 10 fois plus que les normes autorisées dans les CMV
- complémentation
  - . 50g de phosphate/jour soit 6g de P et 1,6g de fluor
  - . 4 mois de traitement (T1), 3 mois d'arrêt (A1), 3 mois de traitement (T2) 9 mois d'arrêt (A2), 3 mois de traitement (T3)

Exemples de résultats

1. Teneur en fluor des maxillaires à la fin de chaque période

	Témoins	T1	A1	T2	A2	T3
F en ppm dans les cendres	630	4800	4400	12900	3700	8000

2. Evolution des exostoses au cours des périodes de traitement et de stockage du fluor

	Témoins	T1	A1	T2	A2	T3
Exostoses	0	apparitions	↘	↗	↘ + destockage effectif	

3. Lésions sur les dents : 20 p.100 de dents lésées au cours de l'essai

Principales conclusions : - diminuer les quantités de phosphate distribuées (30 g/j) en particulier pour les jeunes  
 - raccourcir les durées de traitement (2 mois) et de déstockage (6 mois)  
 - une teneur en fluor de 3000 à 4000 ppm dans les cendres correspond à une structure normale de l'os

## CHOIX D'UN PHOSPHATE POUR LA COMPLEMENTATION DES RUMINANTS DOMESTIQUES

Il est nécessaire pour tester l'intérêt de la complémentation dans un contexte donné d'utiliser en premier lieu un phosphate de bonne valeur nutritionnelle. C'est ce qui a été fait pour les essais cités précédemment.

En cas de réponse positive, le calcul économique conduit à s'interroger sur l'utilisation des phosphates naturels. Deux des essais exposés ont montré la moindre efficacité d'un phosphate naturel alumino-calco-ferrique, même solubilisé par voie thermique, lorsqu'on le compare à un phosphate bicalcique.

L'accroissement des doses de distribution pour compenser la faible digestibilité des phosphates naturels, appréciée notamment par leur solubilité dans l'acide citrique (tableau 17) n'est pas possible lorsque ceux-ci contiennent du fluor.

Un essai mené au Tchad a fort bien montré l'incidence néfaste de l'utilisation, même discontinuée, d'un phosphate naturel du Togo contenant 3,5 p.100 de fluor sur l'état sanitaire des zébus sahéliens (tableau 18). Les auteurs concluaient que les jeunes étaient particulièrement sensibles à l'intoxication et qu'il fallait pour ces animaux, diminuer les quantités distribuées. SERRES et BERTAUDIERE conseillaient également de nouvelles expérimentations avec des durées de complémentations plus courtes et plus rapprochées.

Cette technique de distribution alternée repose sur le fait qu'en dehors des périodes d'ingestion de phosphate, les animaux ont la possibilité de déstocker le fluor concentré au niveau des os par émission dans les urines. Cependant, SUTTIE et al (1972) ont constaté des lésions plus importantes sur le squelette de vaches recevant de fortes doses de F pendant des brèves périodes, comparativement à des animaux recevant la même dose annuelle de fluor mais régulièrement répartie dans le temps.

Le choix entre un mode de distribution permanent ou alterné doit donc être fait en fonction d'éventuels nouveaux résultats bibliographiques et de nouveaux essais : une expérimentation est effectuée actuellement au Sénégal (FALL 1988);

Tableau 19 - Teneurs maximales en fluor conseillées dans les rations des animaux domestiques

Species	NaF or other soluble fluoride (ppm F)	Rock phosphates or phosphatic limestones (ppm F)
Dairy cow	30-50	60-100
Beef cow	40-50	65-100
Sheep	70-100	100-200
Swine	70-100	100-200
Chickens	150-300	300-400
Turkeys	300-400	—

in UNDERWOOD 1977



## CONCLUSION

La complémentation en phosphore des bovins de l'élevage traditionnel est souvent indispensable en zone tropicale. La nécessité de compléter les petits ruminants est moins évidente.

Dans tous les cas, la complémentation est onéreuse. Le choix de la nature et du niveau de complément doit reposer sur une connaissance suffisante des apports de la ration de base (souvent sous-estimée), des besoins théoriques fonction du niveau de production permis par les autres nutriments, énergétiques et azotés en particulier, et de la réponse à un apport supplémentaire de phosphore.

L'utilisation des phosphates naturels ne peut être préconisée en l'état actuel des connaissances sur l'utilisation réelle de leur phosphore, en conséquence de leur efficacité zootechnique, et du seuil de tolérance des ruminants tropicaux au fluor.

De nouveaux essais lors desquels on étudierait simultanément l'état sanitaire et les performances zootechniques de lots témoins, de lots recevant un phosphate bicalcique et divers phosphates naturels sont nécessaires. Les oligo-éléments, objets de carences évidentes, doivent être distribués en même temps et certains lots doivent par ailleurs recevoir une complémentation azotée. Le calendrier de complémentation doit tenir compte des variations saisonnières du déficit en phosphore, plus élevé en saison des pluies du fait de la meilleure nutrition énergétique et azotée.

La fertilisation des parcours naturels ou des cultures fourragères avec des phosphates naturels constitue, quand elle est efficace, une alternative à la complémentation. Cependant, il faut veiller à ce que les teneurs en fluor des fourrages produits restent dans les limites des seuils de toxicité définis par le tableau 19. Il apparaît également dans le tableau que les bovins sont plus sensibles au fluor que les moutons et les porcs et que ceux-ci le sont plus que les volailles.



## BIBLIOGRAPHIE

- A.F.T.A.A. - 1967 - Le phosphate alumino-calcique - Fiche n°14.
- BREMAN H., DIALLO A., TRAORE G., DJITEYE M. - 1978 - The ecology of the annual migrations of cattle in the Sahel. Proceedings of the First International Rangeland Congress, 1. Denver-Colorado (USA) : 592-595.
- Bureau de la Nutrition Animale et de l'Elevage - Déc. 1961 - Taux limites de fluor dans les aliments composés, les composés minéraux et les phosphates minéraux.- B.N.A. Information technique n°199 : 2p.
- CALVET H., FRIOT D., CHAMBON J. - 1972 - Influence des suppléments minéraux sur le croît et sur certains témoins biochimiques du métabolisme minéral chez des bovins tropicaux.  
Rev.Elev.Méd.vét.Pays trop., 25 (3) : 397-408
- CALVET H., FRIOT D., GUEYE I.S. - 1976 - Supplémentations minérales, alimentaires et pertes de poids des zébus sahéliens en saison sèche.  
Rev.Elev.Méd.vét.Pays trop., 29 (1) : 59-66.
- CALVET H., PICART P., DOUTRE M., CHAMBRON J. - 1965 - Aphosphorose et botulisme au Sénégal. Rev.Elev.Méd.vét. Pays trop., 18 (3) : 249-282.
- CALVET H., BOUDERGUES R., PAGOT J. - 1966 - Aphosphorose et botulisme - Congrès Madrid Alim. anim., n°2 : 5 p.
- C.I.H.E.A.M. - 1981 - Tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne. Institut agronomique méditerranéen de Zaragoza - Montanana 177 - Apartado de correos 202 - Zaragoza (Espana).
- C.I.H.E.A.M. - 1983 - Tableaux de la valeur alimentaire pour les ruminants des fourrages et sous-produits d'origine méditerranéenne. Institut agronomique méditerranéen de Zaragoza - Montanana 177 - Apartado de correos 202 - Zaragoza (Espana).
- FALL S.T. - 1988 - Utilisation des phosphates naturels dans la prophylaxie des carences en phosphore au Sénégal.  
Ferphos Tebessa (8-10.03.1988) : Séminaire international sur l'utilisation des phosphates naturels dans la nutrition végétale et animale : 3 p.
- FRIOT D. et CALVET H. - 1971 - Etude complémentaire sur les carences minérales rencontrées dans les troupeaux du Nord Sénégal. Rev.Elev.Méd.vét.Pays trop., 24 (3) : 393-407.
- GUEGUEN L. - 1961 - Valeur comparée des phosphates minéraux comme sources de phosphore pour les animaux. Ann.Zootechn., 10 (3) : 177-196.

- GUERIN H. - 1987 - Alimentation des ruminants domestiques sur pâturages naturels sahéliens et sahélo-soudaniens : Etude méthodologique dans la région du Ferlo au Sénégal. ENSA Montpellier, Thèse Doct.-Ing. : 211 p.
- GUERIN H., FRIOT D., MBAYE Nd., RICHARD D. - 1988 - Le régime alimentaire des ruminants domestiques (bovins, ovins, caprins) sur les pâturages naturels sahéliens et soudano-sahéliens. II. Essai de détermination par l'étude du comportement alimentaire. Facteurs de variation de la composition du régime et conséquences nutritionnelles. Rev.Elev.Méd.vét.Pays trop. (en cours de publication).
- I.E.M.V.T. - 1987 - Elevage et potentialités pastorales sahéliennes - synthèses cartographiques : Burkina Faso. Maisons-Alfort IEMVT.
- I.N.R.A. - 1978 - Principes de la nutrition et de l'alimentation des ruminants. Besoins alimentaires des animaux. Valeur nutritive des aliments. INRA - Actualités scientifiques et agronomiques : 596 p.
- Mémento de l'Agronome - 1984 - Paris, Ministère des relations extérieures Coopération et Développement, Collection "Techniques rurales en Afrique" 1591 p.
- NDIAYE C. - 1982 - Etude d'une graminée fourragère irriguée et fertilisée dans la région du Cap Vert (Sénégal) : productivité et valeur alimentaire du *Panicum maximum*. ENSSAA Dijon, Mémoire de fin d'études : 71 p.
- PLAYNE M.J. - 1969 - The effect of dicalcium phosphate supplements on the intake and digestibility of Townsville lucerne and spear grass by sheep. Austr.J.expl.agric.anim.Husb., 9 (37) : 192-195.
- READ M.V.P., ENGELS E.A.N., SMITH W.A. - 1986 - Phosphorus and the grazing ruminant. I. The effect of supplementary P on sheep at Armoedsvlakte S.Afr.J.Anim.Sci., 16 (1) : 1-6.
- READ M.V.P., ENGELS E.A.N., SMITH W.A. - 1986 - Phosphorus and the grazing ruminant. 2. The effects of supplementary P on cattle at Glen and Armoedsvlakte. S.Afr.J.Anim.Sci., 16 (1) : 7-12.
- READ M.V.P., ENGELS E.A.N., SMITH W.A. - 1986 - Phosphorus and the grazing ruminant. 3. Rib bone samples as an indicator of the P status of cattle. S.Afr.J.Anim.Sci., 16 (1) : 13-17.
- READ M.V.P., ENGELS E.A.N., SMITH W.A. - 1986 - Phosphorus and the grazing ruminant. 4. Blood and faecal grab samples as indicators of the P status of cattle. S.Afr.J.Anim.Sci., 16 (1) : 18-22.
- RIVIERE R. - 1978 - Manuel d'alimentation des Ruminants domestiques en milieu tropical. Manuels et précis d'Elevage n°9, 2e éd., Paris. Ministère de la Coopération : 527 p.

- ROBERGE G. - 1980 - 1983 - Rapports annuels d'activité sur les cultures fourragères. L.N.E.R.V. - I.S.R.A. Sénégal.
- ROBERGE G. - 1988 - L'intensification fourragère et l'irrigation en milieu tropical sec. in AUDRU A., BOUDET G., CESAR J., DULIEU D., GASTON A., MANDRET G., MERLIN P., RIPPSTEIN G., ROBERGE G., TOUTAIN B. - Terroirs pastoraux et agropastoraux en zone tropicale. IEMVT/CIRAD, Etudes et synthèses de l'IEMVT n° 24.
- SALETTE J. - 1982 - The role of fertilizers in improving herbage Quality and optimization of its utilization. Proc. 12th Congr.Int.Potash Institute Bern : 117-144.
- SEKLANI H.H. - 1981 - Compte-rendu des essais de fertilisation phosphatée en vue d'une amélioration pastorale sur des terres marginales de l'étage humide et semi-aride de la Tunisie. INRA Tunisie : 9p.
- SERRES H., BERTAUDIERE L. - 1979 - Essais d'utilisation de phosphates naturels dans l'alimentation des bovins tropicaux. Conséquences de leur teneur en fluor lors de distributions discontinues. IMPHOS-IEMVT : 53 p.
- SERRES H., BERTAUDIERE L. - 1979 - Essais de distributions discontinues de phosphates naturels dans l'alimentation des bovins tropicaux. Rev.Elev.Méd.vét.Pays trop., 32 (4) : 391-399.
- SHAW N.H. - 1978 - Superphosphate and stocking rate effects on a native pasture oversown with *Stylosanthes humilis* in central coastal - Queensland. 1. Pasture production. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, vol. 18 : 788-799.
- SHAW N.H. - 1978 - Superphosphate and stocking rate effects on a native pasture oversown with *Stylosanthes humilis* in central coastal - Queensland. 2. Animal production. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, vol. 18 : 800-807.
- SUTTIE J.W., CARLSON J.R., FALTIN E.C. - 1972 - Effects of alternating periods of High and Low Fluoride Ingestion on Dairy cattle. J.Dairy Sci., 55 : 790-804.
- TRUONG B. - 1988 - Conditions d'efficacité des phosphates naturels dans la fertilisation des sols. Ferphos Tebessa (8-10.03.1988) : Séminaire international sur l'utilisation des phosphates naturels dans la nutrition végétale et animale : 17p.
- UNDERWOOD E.J. - 1977 - Trace elements in human and animal nutrition. Academic Press New-York. 4e ed.

